養液栽培技術講習會專刊　第二輯　4～16, 1989

本省養液栽培之現況及其改進方向

呂理福　呂理組*

一、前　言

本省養液栽培之實用化研究至今尚不到二十年的歷史，而其由試驗研究機構走向民間企業經營也只是近一～兩年來的事。

民國五十九年省立龍潭農工設置無土栽培研究室，開始著手礫耕之實用化研究，民國六十一年與大生行有限公司建敎合作，先後興建面積各佔500㎡與2700㎡（後來經整建後縮小為1350㎡）之礫耕研究中心及礫耕農場，後者可謂東南亞第一所無土栽培農場，其生產之蔬菜曾銷售台北市。雖然由於當時本省對設施園藝之需求性不高，並未立即引起農政單位之支援及鼓勵，但確也引起了不少農業界，甚至企業界人士之注目。在同一時期，當時位於台北市的省立農業試驗所也積極進行砂耕的研究，均為本省從事無土栽培實用化實驗之先聲。

其後隨著本省農業經營之升級，國立中興大學、台中農業改良場、鳳山園藝試驗所、台灣糖業公司、台灣肥料公司及亞洲蔬菜研究中心等機構也先後著手養液栽培之研究；尤其自從邱主席主持省政，發表推展精緻農業之政策後，包括養液栽培在內的設施園藝更成為今後發展農業的主要重點，而民國七十六年二月十八日在省農業試驗所舉行的設施園藝研討會更發揮了對於養液栽培研究的催化及整合作用。

近一～兩年來，由於大衆對於清潔蔬菜需求之日益增加，以及勞資及蔬果價格之急遽上昇，設施園藝所需之客觀環境逐漸形成，加上各有關研究機構陸續改進及開發多種較為實用之養液栽培設施，本省企業養液栽培農場有逐漸增加之勢（表一）作者為瞭解本省養液栽培之概況，先後分赴全省各地之養液栽培研究機構及農場實地參觀，發現本省之養液栽培，不但在實驗研究方面迅速在推展，而且更高興地看到許多企業界年青優秀人才投入養液栽培的經營，雖然尚未完全定型，且仍有不少問題尚待解決，但已足以顯示其旺盛的企圖心及發展潛力。茲將管見所及，對本省養液栽培之現況作一整體性報導及分析，並提出若干改進方面之建議，因匆促成文，疏漏之處在所難免，尚祈識者有以斧正，幸甚。

二、本省養液栽培之現況

(一)養液栽培農場之分佈及經營規模

經初步調查，本省養液栽培農場已有二十餘所，其規模雖然不大，但其分佈相當普遍（表一）。以地區別而言，北部七所，中部最多，有十二所，南部則有二所，以公私營來分，屬於公立機構者只有四所，其餘十七所則全屬私人農場，至於規模來說，面積較小者僅120㎡，較大者亦只有3830㎡而已，而全省水耕農場之總面積只有3.058㎡（約3.1公頃），僅約佔本省蔬果類設施栽培面積（280公頃）之1%，與日本養液栽培全國總面積廣達293公頃（1983）相比，可謂尚在萌芽階段。

---

* 桃園農工校長及園藝科主任

表一　台灣省養液栽培現況一覽表

名稱	面積（m²）	系統方式	地址	負責人	電話	創立日期
青青農場	120m²	動態浮根式	台北士林區至善路二段260巷64號	林梅光	(02) 841-1616	75年10月
永庚農產有限公司	2,000m²	環流式、循環升降式	桃園縣蘆竹鄉富國路二段249號	永庚農產公司	(03) 323-4197	76年7月
桃園監獄水耕栽培場	330m²	循環升降式	桃園市延壽街158號	桃園監獄	(03) 338-2975	77年9月
清德礫耕農場	1,350m²	段落循環式	桃園縣龍潭鄉東龍路117號	龍潭農工	(03) 479-2829	62年
台灣清潔果菜公司農場	600m²	NFT	楊梅鎮民富路二段161號	林正芳	(03) 472-3111轉212 (02) 505-8785	75年4月
亞森農園	1,320m²	岩綿點滴式	新竹縣關西鎮大同里52-1號	邱清鈺	(035) 875475 876950	75年5月
高埔水栽培場	3,140m²	動態浮根式	苗栗西湖鄉高埔村大窩21號	劉家輝	(037) 983366	75年4月
益農行岩綿栽培場	120m²	岩綿點滴式	台中市正氣街48號	林博正	(04) 287-4975	77年
加強四健會作業示範農場	260m²	DRF	豐原市豐勢路1042巷6號	豐原市農會	(04) 522-4111	77年
錦盟農園	660m²	綜合法	台中太平鄉頭卡坑新城路內城巷14號	林家憲	(04) 270-5119	76年5月
青年農場	1,460m²	浮根式	台中市大坑北屯區和平巷6號	饒健池	(04) 234-1350	76年10月
豐樂水耕農場	1,650m²	循環式	台中市南屯區豐樂里昌明巷29號	蘇錦河	(04) 389-4552	76年10月
台產水耕蔬菓開放農園	2,000m²	循環升降式及NFT	台中縣東勢鎮東關街298-1號	台產水耕公司	(04) 233-9415	77年7月
台中水耕農場	2,000m²	NFT	台中縣東勢鎮東關街455號	台產水耕公司	(045) 871466	77年9月
長生水耕農場	960m²	循環、浮根、NFT	彰化縣花壇鄉三春村後厝巷6號	柯瑞鏗	(047) 868157	77年6月
台糖六埔農場	1,750m²	動態浮根式	彰化縣埤頭鄉元埔村農場路1號	台灣糖業公司	(048) 870842	75年
梅峰農場	970m²	NFT	南投仁愛鄉大同村仁和路136號	台灣大學	(049) 802343	75年12月
埔里農場	1,500m²	環流式	南投埔里公誠路27號	台灣糖業公司	(049) 982001	76年1月
台大春陽農場	1,940m²	NFT	南投仁愛鄉台大春陽農場	台灣大學	(049) 802272	75年12月
嘉美水耕農場	3,830m²	動態浮根式	台南歸仁鄉崙頂村180號	楊清光	(06) 230-6902（日）	76年11月
台南縣水耕栽培示範農場	970m²	浮根式	台南縣山上鄉玉峰村1～1號	葉連桂	(06) 578-1477 578-2769	77年8月
合計	30,580m²					

(二)養液栽培之方式及其栽培裝置

本省養液栽培之方式絕大多數都是屬於水耕，礫耕只有省立龍潭農工一所（圖1），岩綿栽培也只有台中市益農行與新竹縣關西鎮亞森農園岩綿栽培農場二所（表一）。龍潭農工的礫耕農場為兩段式的混凝土耕床設施，上下兩段耕床間有虹吸管連通，養液的供應係採定時循環式。益農行及亞森農園岩綿栽培，其養液之供應方式為點滴式，養液並不回收。至於水耕，常見的型式包括浮根式、動態浮根式（D.R.F）、循環升降式、環流式、及養液薄膜式（N.F.T）等。

浮根式養液栽培係鳳山園藝分所所拓展，其主要的特點是利用不織布及雨傘布使根群沿液面擴散，俾使根群可獲得充分的氧氣供應，台中市大坑的青年農場便是採用此種方式的代表，其養液保持靜止狀態，並不循環，保麗龍定植板與雨傘布間約保持兩公分的間隔。

動態浮根式乃台中農業改良場所所發展，由於其系統在每次營養液之灌排過程中可使根群隨養液之昇降而“上下左右波動”，故稱動態浮根式，其主要用意也是在使根群得以充份吸氧，目前採取動態浮根式的農場包括苗栗的“高埔水栽培場”（圖2），台南的“嘉美水耕農場”（圖3），彰化縣的台糖“元埔農場”（圖4）等。

圖1 省立龍潭高級農工職校清德礫耕農場
—金針栽培

圖2 苗栗縣西湖鄉高埔蔬菜水耕栽培

圖3 台南縣歸仁鄉嘉美水栽培

圖4 彰化縣埤頭鄉台糖元埔水耕農場

循環升降式（圖5）則為呂理組及作者先後服務於省立龍潭農工及省立台中高農時所開發，其與動態浮根式相同處在利用灌排液時液面之間歇性升降使根群間歇曝露於空中而獲取充分的氧氣，但二者之灌排液系統有顯著的不同，動態浮根式係從耕床的一端的上方將養液經水龍頭沖入耕床中，而循環升降式則利用縱走於耕床內底面的有孔供排液管將抽水機抽自養液池的養液由管孔噴（擠）出耕床中（超過設定高度的養液由溢虹管流回養液池），供液時間過後，抽水機停止運轉，留存耕床中的養液即由原管吸回養液池。其優點在供排液時，耕床各部位的養液同時均一升降，可避免由一端供液，另一端排液時所易發生的兩端液位的差距，尤以當根群旺盛，而致對床中養液之流動有所阻礙時為然。採用此方式的農場包括：台中縣的台產水耕蔬果開放農園（圖6），桃園的永庚農產有限公司（部分）（圖7），及桃園監獄水耕蔬菜栽培場等。（圖8）。

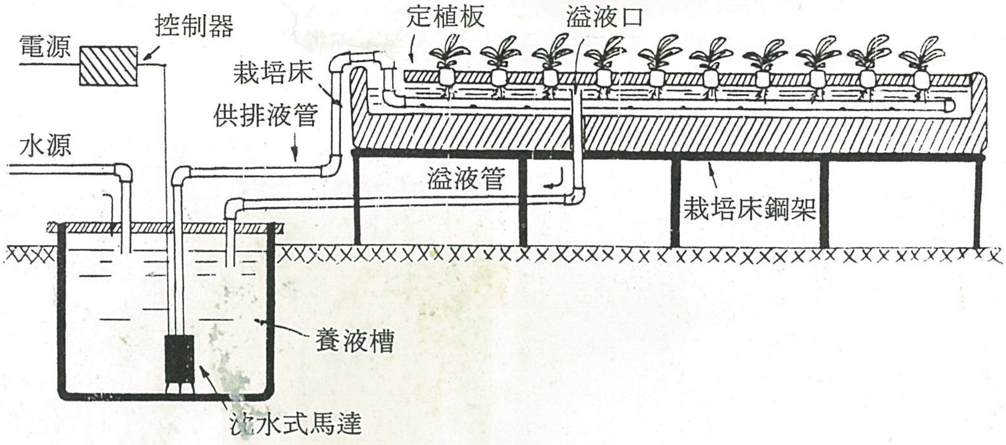

圖5　循環升降式水耕栽培系統簡圖

圖6　台中縣台產水耕蔬果開放農場
一雙層耕床

圖7　桃園縣永庚農產有限公司
一木製耕床

圖8　台灣省桃園監獄蔬菜水耕栽培場

圖9　台大梅峯農場NFT水耕－草莓

圖10　台大春陽農場，由日本引進的みかどNFT水耕

圖11　台灣清潔果菜公司由美國引進的NFT水耕

薄膜養液栽培（N.F.T）的主要特點在①耕床有斜度（1/ 80～1/ 100），②耕床淺薄，小型，③耕床中之養液保持薄層的流動狀態，④養液池體積較小，由於耕床中的養液始終保持薄層的流動狀態，因此根群很容易接觸空氣，無缺氧之虞，同時由於耕床及養液池較小，可節省一部分之設施費用，採用此種方式的農場包括：揚梅之台灣清潔果菜公司農場，台中縣的台中水耕農場，台灣大學位於南投仁愛鄉的梅峯農場（圖9），台大春陽農場（圖10），以及台南縣山上鄉的台南縣水耕栽培示範農場等。其中台灣清潔果菜公司農場（圖11）之所有設施均由美國購入，並經技術轉移，其溫室爲密閉水濂冷卻式，目前正在從事波斯頓萵苣的生產。基本上，薄膜養液栽培係英國所開發，但引進國內後，採用的各農場在其設施上或多或少做了本土化的調整或改進。

養液栽培的設施類型雖然相當多樣化，但其主要目的都是在以合理的經費提供作物理想的生長環境，特別是把改進設施的焦點放在，①設施費用的降低，②養液溶氧量的提昇，③使根群獲得充分的氧氣及適溫的養液等。以此觀點而言，顯然目前看來，從事於水耕的業者大多能舉一反三，一方面不斷吸取養液栽培的新知識，一方面基於實際的需求不斷對水耕系統及設施方面有所改進，對於養液栽培之本土化均有所貢獻。

㈢養液栽培之經營情形

就目前本省之養液企業栽培而言，多數農場在栽培技術方面，雖然已有穩定的基礎，且不斷有所改進，但在經營方面則仍有許多問題尚待克服，例如設施費用的降低，運銷途徑的開拓等都是目前所亟待解快的課題。

1.設施費用

⑴溫室

由於各農場所採用之設施品質及規格不一，即使是同一類型的養液栽培系統其造價之差距頗大，尤其塑膠溫室（網室）之造價為然。造價較低的，如農林廳所推廣的塑膠溫室（網室），其造價每平方公尺約為300元，台大的梅峯農場及春陽農場之溫室造價每平方公尺也只約360元，而造價較高者如台灣清潔蔬菜農場，其由美國直接進口的水濂冷卻式密閉型溫室共600平方公尺，其價格為每平方公尺2500元。

⑵水耕設施

一般水耕設施包括耕床，床架及灌排系統等，其造價較少者，每平方公尺不到1000元，較高者近2000元。由此可知，養液栽培之基本設施每平方公尺1100元到4000元之間。

岩綿栽培因可不採用養液回收式，可免除電動灌溉系統的經費，故其造價約只有一般水耕栽培設施費的一半。

2.養液栽培作物之種類及產銷情形

目前本省水耕作物的種類大多為蔬菜類，而葉菜類多於果菜類。葉菜類中以小白菜及萵苣居多，青江白菜、空心菜、芹菜及韭菜等次之，果菜類則為甜椒、草莓、番茄、洋香瓜及胡瓜等。

有些水耕農場係配合其所採用之水耕系統，選栽最適合的作物，例如引進美國N.F.T系統的台灣清潔蔬菜公司水耕農場便是專門生產生吃用的波斯頓萵苣，而採用岩綿水耕系統的益農行及亞森農園則選栽甜椒。

至於水耕作物之單位面積產量，就整體而言，雖由於水耕系統設施及栽培技術不斷有所改進而逐漸提高並趨於穩定，但各水耕農場之間仍有差距，以小白菜為例，其單位面積較低者，每期每1000㎡僅約2000公斤，高者每1000㎡可達3240公斤之應有水準，而一般水耕農場之產量則多徘徊於其間。在萵苣的養液栽培方面，台灣清潔蔬菜公司N.F.T水耕農場已達到了相當的水準；依據該公司之實地說明，如以1000㎡計，其N.F.T水耕農場一次可栽植20,000株波斯頓萵苣，因每年可栽培11次，其年產量計有220,000株，而以時價每株16元計，其年售額高達新台幣3,520,000元。在果菜類方面，彰化的長生水耕農場（圖12）對於洋香瓜的水耕栽培已獲初步的進展，該農場所提之資料顯示，每1000㎡的水耕農場可栽植2500株洋香瓜，以每株收獲0.8個洋香瓜，而每一個洋香瓜重1.2kg計，共可收穫2400kg重的洋香瓜，因此就每1000㎡水耕洋香瓜的銷售額而言，以每公斤90元計，每一期作（兩個月），共可獲得216,000元。

在產品的銷售方面，業者都在努力拓展市場，建立銷售的管道，期望能建立有系統而穩定可靠的銷售網。其銷售方式通常都經由中間商或水耕農場本身批售給附近市鎮的超級市場或百貨公司，少數水耕農場係自銷。例如台大的春陽農場係銷售南投市及台中市的超級市場，永庚農產有限公司銷售桃園及台北超級市場、餐廳等，而青青農場（圖13）則供應給自營

圖12 彰化縣花壇鄉長生水耕農場
—NFT水耕洋香瓜

圖13 台北市外雙溪青青農場生產青菜
供應私營餐廳

圖14 南投縣台糖公司埔里水耕農場

圖15 台中縣太平鄉錦盟農場

圖16 省立桃園高級農工職業學校
養液栽培示範場

的餐廳。

在通常情況下，水耕蔬菜之價格較土耕蔬菜之價格穩定，而售價也較高。有些水耕農場（如嘉美水耕農場）為保持價格之穩定，以利營運，其售價一年之中只調整兩次，一次在夏季（價格較高），一次在冬季（價格較低），同時，葉菜類不分種類一律統一價格：夏季的售價為每包（250克）12.5元，而冬天則每一包10元。此種銷售模式如能推廣全省，將有助於本省養液栽培之統整化及企業化。

據一般水耕經營者之看法，只要溫室及水耕系統設施費用能進一步降低，並將作物之單位面積提昇至合理的水準，在目前之水耕蔬菜售價下，其收益應優於一般的土耕。以循環升降式水耕法培養小白菜為例，其年淨得高達514,340元，年報酬率為31.9%（表二）。台中農業改良場所發表之DRF白菜水耕栽培之年收益，每公斤僅以30元計，其年淨得亦高達318,190元，前述台灣清潔蔬菜公司，其美國引進之N.F.T水耕設施費雖然每1000㎡高達300萬元，但其年銷售額亦高達3,520,000元，其年淨得額應可與上述兩例相比。

省立龍潭農工之清德礫耕農場在設立之初係栽培葉菜類及果菜類（洋香瓜），後來由於該農場離校本部較遠，為管理方便，專門栽培長年生的金針菜，除花期採收較費人工外，平時幾乎無需管理，其花的年產量每1000㎡約1600公斤，以鮮花每公斤台幣50元計，銷售額為80,000元，該農場共有1350㎡，計其年銷售總額為108,000元。由於其耕床為混凝土製，且係露天礫耕農場，只有抽水機等灌溉系統須定期更換外，其他幾乎無需折舊，扣除生產費用10,000元（水電費7,200元，肥料費2,800元）及抽水機等灌溉系統之折舊費2,000元，年淨額可得96,000元，與水稻的收益比仍然高出不少。

桃園縣的青年水耕農場專門培養豆苗，面積約6600㎡，每天可生產豆苗（豌豆苗）800台斤，每台斤售價70元，計每天的銷售額為56,000元。雖然其設施費多達1000萬元，種子、水電、肥料、人事及包裝等生產費用，以及設施折舊費等亦不比一般水耕少，但目前其售價較一般水耕蔬菜為高，因此，如售價如能保持穩定，當成為一強勢的水耕企業。

三、本省養液栽培之改進方向

本省養液栽培之實用化歷史非常短，近一～兩年來，雖然已邁入企業經營的階段，但由於不但成本較偏高，且需較專精之栽培技術，業者在實際操作及經營上常遭遇不少亟待解決之課題。固然以目前而言，尚無解決所有課題的萬靈丹，但依筆者之拙見，至少應朝下列方向有所改進。

㈠降低成本

1.減少設施費用

設施費用的合理化是企業經營的基本條件，雖然水耕作物的產量往往比土耕者為高，但在產量尚未穩定時，千萬不要高估，以免相對投下太多的設施費，導致經營上之挫折，甚至半途而廢。養液栽培之主要設施為塑膠溫室及水耕設施，二者通常均非一般農民所能自製，因此，設施費用的降低有賴於農工商三方面的整合性努力，且需要有農政單位的有效輔導。以塑膠溫室而言，目前農林廳及亞洲蔬菜中心所推荐的塑膠溫室，其造價每1000²約30萬元，價格尚稱合理。在水耕設施方面，由於相當多樣化，除動態浮根式系統及循環升降式系統已本國[illegible]系統及岩綿水耕系統，其資[illegible]及設施均由外國引進，價格[illegible]機構應合力輔導本省園藝資材製造商，促

表二 循環升降式水耕系統栽培白菜之年營運分析表

項目		金額（元）	計算方式
收入	年產量	40,320公斤	16公斤×180坪×14次
	單價	40元/ 公斤	
	銷售額	1,612,800	40元×16公斤×180坪×14期
生產費用	種子費	6,000	200元/kg×30kg/ 年
	肥料費	42,800	17元×180坪×14期
	海綿費	72,580	0.1元×288塊×180坪×14期
	消毒費	6,000	
	電費	10,080	2元×14度×30天×12月
	水費	10,000	
	人事費	360,000	15,000元×2人×12月
	包裝費	159,000	1元×63袋×180坪×14期
	小計	666,460	
折舊費	溫室折舊費	180,000	註：溫室面積為1,000㎡
	水耕系統折舊費	252,000	
	小計	432,000	
支出合計		1,098,460	
年淨得		514,340	
年報酬率		31.9%	

使溫室及水耕設施之進一步規格化，實用化，以薄利多銷的方式合理降低設施之費用。

另一方面，業者亦應設法就地取材，自力製作或組合水耕植床及其他水耕設施，例如永庚農產有限公司之水耕植床便是利用魚箱的木板所釘製者，設施費用可降低不少，一些其他水耕農場也有相類似的情形。

2.減少用人費

養液栽培的主要特徵之一便是由於不需要整地、除草，中耕施肥等繁重的工作，故勞力應該可以節省很多，但往往由於工作調配不當及其他工作方式問題，該省而未省，實在可惜。通常情形下，養液栽培較費時間的工作是播種，移植及收獲，其他時間因養液係自動灌排，只要隨時巡視則可。因此，在目前養液栽培的規模很少超過3000㎡之面積下，僱一位管理人員負責一般性的工作則可；至於播種、移植及採收等工作都可僱臨時工，俾節省人事費用。

3.節省肥料

為通氣，除少數例外，養液栽培的養液供應都採循環式，由於養液一再循環使用，可避免習見於一般土耕之肥料流失現象，但由於養液在循環中，其所含之元素不斷被作物吸收，不但養液的濃度變淡，而且各元素之間的比率也逐漸失去平衡。關於濃度的變化問題，由於可使用電導器加以測定，很容易以追肥的方式使其恢復原有的濃度，但有關養液中之元素組成比率失去平衡之問題則需要使用較專業化的儀器予以分析，非一般農民所能輕易做到，在目前，業者都依照電導計所指出之濃度做為追肥之依據，但由於電導計只能測出養液的濃淡度，卻無法分析出養液中所含各元素的量；故追肥的結果有時候會使養液中所含各元素之間之比率失去平衡，致使作物生長因而受到不良的影響，故不少業者每一期作終了時都排棄原有養液，進行更新。養液的排棄不但可惜，而且因含有磷，會污染環境，因此宜盡量避免，可先利用滴定法、比色法、及火焰分析法等分析養液中所含元素的量，然後能據以追肥，才可使追肥後的養液中所含各種元素維持正常的比率，如此也才可以使養液長年周而復始地循環使用。

㈡改進水耕技術

1.播種及育苗技術之改進

一般的水耕播種都是利用人工將種子塞入小塊海綿的裂隙中，頗為費時。為節省時間，播種時只要把種子置於海綿塊上面則可，無需一一將種子塞入裂隙中，但播種前須將裝置海綿塊之播種盤中的水位提高，使海綿塊能充分吸水，俟海綿塊上的種子吸水發芽，並將根伸入海綿塊中後，盤中的水位則可逐漸降低。台大春陽農場採取此種播種方法，效果良好。

最可節省播種時間的方法當然就是機器播種，桃園農業改良場已拓展出水耕播種機可資應用，無妨洽購試用。

水耕農場最好設置專用的播種育苗室，俾提供較理想的育苗環境。

此外，播種前種子須經消毒，以避免發生疾病。

2.養液管理之改進

⑴加強氧氣之供應

養液栽培的方式雖然有很多分化，但其設計的重點同樣都是在提供充分的氧氣給根群，例如霧耕法的特點在同時將水分及空氣提供根群。動態浮根式及循環升降式是在間歇性

降下液面使根群可間歇曝氣。環流式是使養液在以相當速度的循環中，以及利用空氣吸入器增加溶氧量，而N.F.T系統則是使淺薄的養液沿著根群流動，養液既可獲得較多的溶氧量，根群的表面也較容易接觸到空氣。

由於台灣地處亞熱帶，夏天之液溫高，養液中之溶氧量較少，除了應採用利於供氧之水耕系統外，更應適時調整供氧系統之運作，俾避免發生缺氧的症狀，例如在作物生長旺盛時，茂密的根群常遲緩養液循環之速度，因此採用環流式水耕系統者在夏季作物生長旺盛時應隨時注意環流管道的暢通，設法使養液流動的速度維持每秒10㎝以上，或者藉水位調節器之助使液面間歇升降。循環升降式以及動態浮根式之供氧情形雖然較為理想，也應視當時之溫度及作物之生長情形適當調節曝氣的間歇時間。N.F.T之供氧情形雖然亦佳，但也應隨意注意其流速，同時，為防備因停電或系統故障致養液斷流而引起作物之枯萎現象，植槽內底宜舖下一層海綿或其他吸水性物質以資應急。

⑵做好追肥工作

理論上合理化的追肥須在做好養液之分析之後才能決定追肥的處方，但實際上，對業者來說養液的分析並非易事，好在還有其他方法可以推測養液的消耗情形並作適當的追肥處方，例如可以利用電導計測定不同濃度的養液製成簡便的追肥表（圖17）假如經測定結果顯示，養液的電導度為1.6mmho，則由圖17可獲知，其濃度正為標準濃度之60％，需追加40％才可使養液恢復原來的標準濃度，另外由於水分之消耗量與肥料之吸收率間有一定的比例關係，因此，只要求出每一種作物之水分消耗與該作物對NO_3-N吸收率之比率便可決定追肥之處方，例如日人曾對礫耕作物之水分消耗量與NO_3-N之吸收率相對關係作成

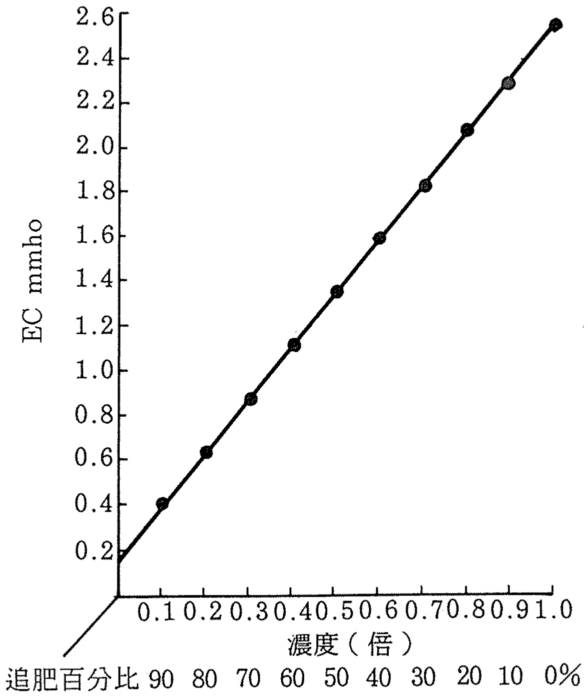

圖17　養液濃度與電導度（EC）之關係及追肥比例

調查，發現胡瓜為70%，而芹菜較多為130%，因此，假設發現養液槽中的養液6000公升減為3500公升時，如為胡瓜，要追加相當於1750公升（2,500×0.7）養液中的肥料，如為芹菜，則要追加相當於3250公升（2,500×1.3）養液中的肥料。追肥如要做得更精確，就必須要作NO_3-N，Ca、Mg及pH等分析，並依照所得N量的消耗情形作全面之追肥，但如分析結果發現N含量太少，但Ca或鹽分濃度過高時，因表示養液成分比例已錯亂，只好作半量或全量的更新。

(3)改善溫室之微氣候

在本省由於寒冬的期間不算太長，溫室之主要功能並不只在於在寒冬時的保溫而已，其在防護風雨之爲害以及防止害蟲之侵襲方面尤其擔任重要之角色。所謂微氣候是指溫室內之光線，二氧化碳，風，溫度及溼度等環境而言，通常與溫室外的環境有所差別。

溫室固然有防護作物的功能，但另一方面也有些缺點需要補救。

(A)二氧化碳之濃度

溫室內之二氧化碳濃度在日出之後會急速降低，常導致作物陷入於二氧化碳之飢餓狀態，特別是在較小型的簡易溫室內為然。由於二氧化碳為光合作用的原料，如能將溫室中的二氧化碳含量從原來之300ppm提昇至兩倍（600ppm）～3倍（900ppm），必然可提昇光合作用的量，而導致作物之增產，二氧化碳來源有燃燒燈油，石油液化氣（propane）等，亦可利用鋼筒裝的液化二氧化碳。

(B)控制溫室之溫度

在冬天，溫室有保溫的作用，但在夏天，由於溫室內溫度上昇之幅度很大，需要有冷卻設備，較簡單的是抽風機，氣窗等，也可利用噴水降低溫度，較精緻的是水濂式的冷卻設備。

(C)調節通風

作物之光合作用與溫室內空氣之流通有關，空氣如静止，會阻礙作物之生長，宜利用抽風機在溫室內造成速度每秒50～60公分的空氣流動，在此情況下光合量會增加兩倍，而獲致30%以上之增產，同時，在此風速下，作物之患病率也至少會減少20%。

(D)調節光照環境

一般溫室內之光照強度都較室外弱，故溫室應興建在向陽的地方，而且要東南向，如栽培的作物為弱光植物應將光照度調節為2萬Lux以下。

(4)調節養液溫度

由於位於亞熱帶，氣溫較高，養液溫度經常偏高，而偏低的時間較短，故如何降低溫液溫的問題較為重要，液溫升高時根之呼吸率也隨之升高，但相反地，養液中的溶氧量卻減少，對根群之生長至為不利，一般作物之最適液溫為23～25℃之間，在夏天經常超過這個界限。

液溫冷卻的方法通常可將冷卻水引進管中循環冷卻或利用冷凍機冷卻，但後者費用較多。筆者與同僚呂理組之研究結果顯示，在夏季時控制養液溫度（19℃～20℃）或提高空中CO_2之含量分別可提高水耕萵苣之產量14%及19.7%，但以控制液溫及提高CO_2濃度兩種處理同時並施效果較佳，惟如何降低其成本俾使收益增多為今後之重要課題。

㈢改進產品運銷

水耕蔬菜之上市為時不久，需求量雖多，但運銷尚未上軌道，其主要的原因有：①數量有限，②產品種類與市場需求不儘符合，③產品常未能持續供應，以及④未建立銷售管道等。針對上述缺點，水耕業者應：①配合市場需求訂定栽培曆，②持續生產及供應產品，③開拓銷售管道，但為了能做好上述幾項工作，水耕業者應組織"水耕蔬菜共同運銷組織"，從事業者間以及業者與市場間之生產及運銷工作，例如，以生產之觀點而言，水耕農場宜作單種蔬菜的專業生產，但以消費市場之需求立場而言，較歡迎多樣化蔬菜之供應，此種問題如由共同運銷組織出面協調合理分工生產，則由多所水耕農場各供應不同蔬菜，便可迎合市場多樣化之需求；其餘問題如依照此種方式處理都可迎刃而解。

㈣提高溫室面積的利用率

由於植床與植床之間常留有走道，故實際利用於種植的面積通常約只佔溫室總面積之三分之二，至為可惜，以目前而言，至少有下列數種方式可以提高溫室的利用率。

1.採用活動式植床

有些水耕農場利用植床與滾筒的組合使植床可輕便地在床下之滾筒上滑動，因而整個溫室之走道可減少到只有一條，其面積利用率可以大為提高，又如楊梅的清潔蔬菜公司農場，其N.F.T系統之植床（植槽）為寬約8公分，厚（高）約2～3公分的長條形構造，可輕易搬動，也不需留太多的走道，其面積之利用率高達85%。

2.採用雙層植床

採用高低雙層植床的缺點是下層的光照不足，但如下層選植一些弱光性植物（如一些觀葉類）未嘗不是一種提高面積利用率的作法，嘉美水耕農場已經在進行實驗。

3.發展可彈性調整株行距之定植板

水耕與土耕的主要不同之一是在栽培的過程中，每株水耕植物都隨時可由定植板完整地移進或移出，而土耕作物則一經定植之後就不再移動（否則根群會受傷），利用此種水耕作物的可移動性，可設計配合作物之生長，彈性調整株距及行距（苗期的株距及行距較小，隨著生長逐漸加大）的定植板，俾增加種植作物的數目來提高溫室面積的利用率。

四、結　　語

與世界其他養液栽培的先進國家相比，我國（本省）的養液栽培尚在起步的階段，要在很短的期間內趕上其他先進國家，除了業者本身要加強研究發展外，政府有關單位應積極以技術轉移，經費補助及貸款等方式展開輔導工作。

近年來，在政府大力推行精緻農業的政策下，各有關實驗推廣機構加強養液栽培之實用化研究及推廣已有可觀的成就。目前分佈全省各角落的二十多所水耕農場已踏出水耕企業經營之第一步，如能因應養液栽培之世界性進展順利經營，則不僅本省的養液栽培事業得以繼續拓展，復可帶動本省之設施園藝事業，而達成發展精緻農業，造福鄉村之國家整體目標。